

SYM-telojen kokoonpanon vaiheiden kartoitus ja kehitys

Teemu Turpeinen

Opinnäytetyö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t)	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä
Teemu Turpeinen	Sivumäärä 58	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus () saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty (x)
Työn nimi SYM-telojen kokoonpanon vaiheiden kartoitus ja kehitys		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn ohjaaja ALAKANGAS, Juhani, Parviainen, Miikka		
Toimeksiantaja(t) KOROLAINEN, Paula, SSS-verstaan verstaapäällikkö Metso Paper Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Metso Paperin Rautpohjan tehdasalueella kasataan maailman suurimpiin lukeutuvaa hydraulikomponenttia, SYM-telaa. Nykyisen tiukan taloussuhdanteen aikana kaikki työ ja sen tekemisen tehokkuus joutuvat tarkastelun alaiseksi. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää SYM-telojen kokoonpanoon todellisesti kuluvat tunnit ja kehittää pullonkauloiksi koettuja kohteita.</p> <p>Metson toiminnanohjausjärjestelmänä toimii ohjelmisto nimeltä Baan. Baanilla hienokuormitetaan eri projekteille varattavat aikaresurssit. Ongelmaksi on muodostunut, että seurannasta huolimatta kaikki tehty työ ei kuormitu oikealle projektille. Lisäksi projektin tunnit saattavat toisinaan ylittää suunnitellut tunnit huomattavalla määrällä.</p> <p>Opinnäytetyössä luotiin yleinen prosessikaavio SYM-telojen kokoonpanon vaiheista. Kaavion vaiheet tutkittiin ja niiden vaiheen tarpeellisuutta pohdittiin LEAN periaatteisiin peilaten.</p> <p>Kehitysehdotuksissa puututtiin työvaiheisiin jotka eivät noudata LEAN periaatteita tai jotka aiheuttavat muutoin sekaannusta tuntiseurantaan.</p>		
Avainsanat (asiasanat) LEAN, Baan, toiminnanohjausjärjestelmä, tuntiseuranta, hukka,		



Author(s) Teemu Turpeinen	Type of publication Bachelor's Thesis	Date
	Pages 58	Language Finnish
	Confidential () Until	Permission for web publication (x)
Title Analysis of SYM roll assembly and improvement suggestion		
Degree Programme Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) ALAKANGAS, Juhani PARVIAINEN, Miikka		
Assigned by KOROLAINEN, Paula Workshop Manager of Metso Paper SSS-Workshop		
<p>Abstract</p> <p>One of the world's largest hydraulic component, SYM-roll, is manufactured in Rautpohja's industrial area. In these financially challenging times every manufacturing process is under the scope. The reason of this bachelor's thesis is to figure out the true hours of SYM-roll assembly and give improvement suggestions to bottleneck points.</p> <p>Metso's ERP system is a software called Baan. Fine adjustment of working hours is made in Baan system. The problem is that despite the hour monitoring all work hours aren't directed to a right project. In addition, the project hours can sometimes exceed the designed hours significantly.</p> <p>A general concept process diagram of steps of SYM-roll assembly was made in this thesis. Steps of the diagram were examined and their necessity was considered based on LEAN principles.</p> <p>Improvement suggestions were focused to those matters that do not comply with the principles of LEAN or which cause other confusion to hour monitoring.</p>		
Keywords LEAN, Baan, Enterprise resource planning system, ERP-system, hour monitoring, waste		

SISÄLTÖ

1	OPINNÄYTETYÖN TAUSTA JA TAVOITE	7
2	METSO PAPER OY:N ESITTELY	9
3	LEAN	12
4	BAAN-TUOTANNONOHJAUSJÄRJESTELMÄ	16
5	TYÖVAIHEET KAAVIONA JA SELITYKSINEEN	18
6	PROSESSIKAAVIOSSA ESITETTYJEN VAIHEIDEN SELITTEET.....	19
6.1	Akselin vaiheet.....	19
6.1.1	Keräily.....	19
6.1.2	Kollitus.....	19
6.1.3	Laakeripukkien esikasaus	20
6.1.4	Viilaus	20
6.1.5	Tarkastus	21
6.1.6	Pesu	23
6.1.7	Rautafosfatointi.....	23
6.1.8	Pohjamaalaus	24
6.1.9	Pintamaalaus akselin päihin	25
6.1.10	Asentajan tekemä tarkistus.....	25
6.1.11	Akselikokoonpano	25
6.2	Telavaipan vaiheet.....	27
6.2.1	Pesu	27
6.2.2	Otsapinnan tarkistus	27
6.2.3	Otsapinnan maalaus.....	27

6.3	Telan kasaus.....	28
6.3.1	Sisäänveto	28
6.3.2	Laakerointi.....	29
6.3.3	Päätykokoonpano.....	30
6.3.4	Laakeripukkien /vaihteen asennus.....	30
6.3.5	Koeajoon asennus	31
6.3.6	Koeajo.....	31
6.3.7	Koeajosta purku	32
6.3.8	Maalaus	33
6.3.9	Viimeistely	33
6.3.10	Pakkaus.....	33
6.3.11	Ulos.....	35
7	LEAN KÄYTÄNTEIDEN TOIMINTA SYM-TELAKOKOONPANOSSA	36
8	TULOKSIEN JA PÄÄTELMIEN TEKO KERÄTYN TIEDON POHJALTA	38
8.1	Tuntikertymät sekä muut havainnot.....	38
8.1.1	Baanista tulostettuja tuntikertymiä tarkastellessa voitiin todeta seuraavaa	39
8.1.2	Tämän lisäksi työntekijöiden haastatteluilla sekä yleisellä tuotannon tarkkailulla havaitsin seuraavat seikat.	39
8.2	Kehitysehdotuksia havaittuihin ongelmiin.	40
8.2.1	Tarkastusvaiheen työtuntien kirjaamattomuus.....	40
8.2.2	Harmaa alue eli muut yleiskustannus-työt	42
8.2.3	Pesu- ja maalausvaihe	42

8.2.4	Koeajossa ilmenneestä ongelmasta johtuen purkutuomion saanut tela	43
8.2.5	Pakkausdokumenttien tulostus dokumenttipalvelusta valmiille tarralle	44
8.3	Kehitysehdotusten toimeenpano	45
8.3.1	Tarkastusvaiheen tuntien kirjaaminen.....	45
8.3.2	Harmaa alue eli muut YK-työ	46
8.3.3	Pesu ja maalausvaiheen töiden jakaminen kahteen eri tilaan	46
8.3.4	Koeajosta ilmenneestä ongelmasta johtuen purkutuomion saanut tela.	48
8.3.5	Pakkausdokumenttien tulostaminen valmiiksi tarralle.	49
9	POHDINTA	50
10	LÄHTEET.....	52
11	LIITTEET	53

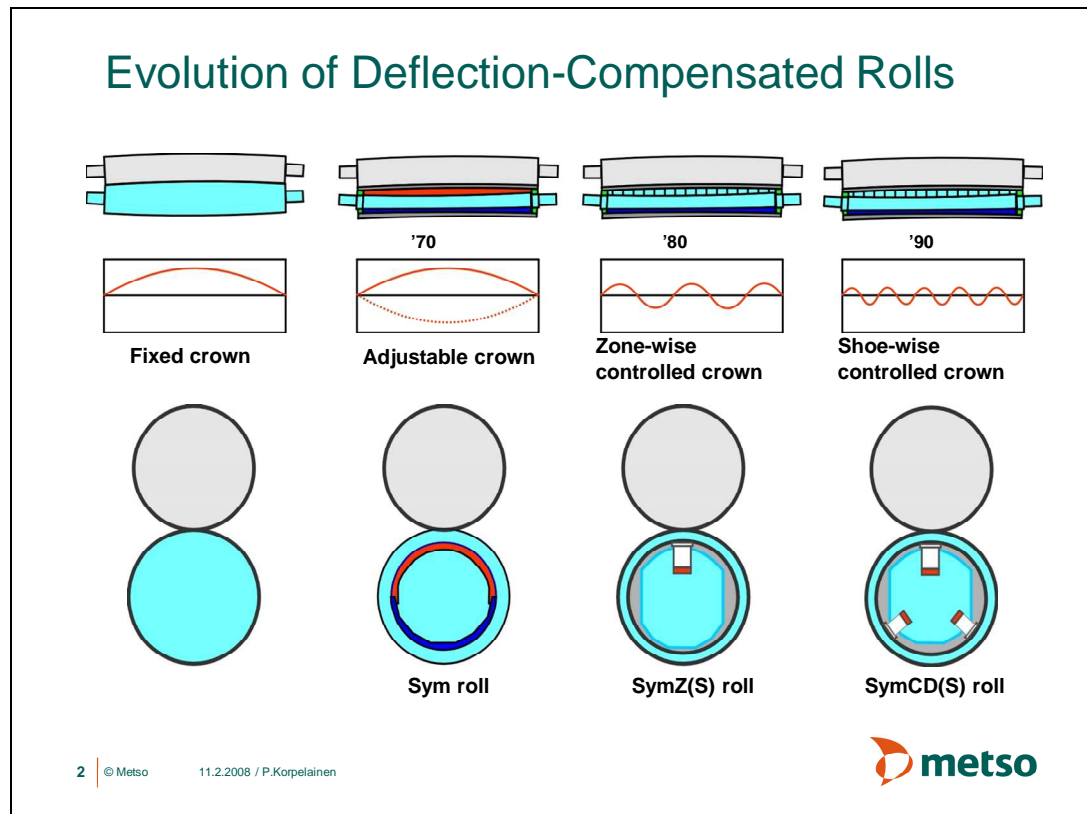
1 OPINNÄYTETYÖN TAUSTA JA TAVOITE

Metso Paper:n Rautpohjan yksikössä, osana telatuotantoa toimii SSS-verstas. Nimi SSS tulee sanoista SymBelt, Symtela ja sylinterivalmistus. Nimensä mukaisesti verstaalla valmistetaan Sylinteriteloja, SymBelt-teloja sekä Symteloja. Näistä tuotteista etenkin Sym- ja SymBelt-teloja pidetään tehtaan teknisimpinä ja monimutkaisimpina tuotteina.

SYM-teloilla tarkoitetaan taipumakompensoituja teloja. Taipumakompensoituja teloja on Metson tuotevalikoimassa montaa eri tyyppiä ja niiden välillä on suuriakin rakenteellisia eroja. Yhdistävänä tekijänä voidaan kuitenkin pitää sitä, että SYM-telassa on erillinen vaippa ja akseli. Akseli on laakeripukein kiinnitetty paperikoneen runkoon ja pysyy paikoillaan. Vaippa taas on laakeroitu akseliin, jossa se pyörii paperikoneen paperiradan tahdissa. Symtelalla on aina vastatela jota vasten puristuessaan tela muodostavat puristusvyöhykkeen, jota kutsutaan nipiksi. Telanipin puristuksen aiheuttamaa taipumaa pyritään ehkäisemään siirtämällä vaippaan kohdistuvaa vääntymää telan akseliin. Välittäjämekanismina vaipan ja akselin välillä toimii useimmiten öljyhydraulinen järjestelmä. Useimmissa tapauksissa järjestelmä toimii siten, että akselissa on erillinen kuormituskenkä/kenkiä, joita hydraulipaineen avulla painataan pyörivän vaipan sisäpinnalle.

Alla oleva kuva (kuvio 1.) esittää SYM-telojen kehityksen. Ensimmäisenä oikealla kuvassa oleva telapari muodostaa normaalin telanipin kahden telan väliin. Toinen kuva esittää periaattepiirroksena vielä tänäkin päivänä tuotannossa olevaa perinteistä SYM-telaa. Tässä tela-akselin ylä ja ala pinnat on jaettu tiiviisiin osastoihin joiden välillä on paine ero. Kolmantena kuvassa näkyy yksin kertaisten versio niin kutsutusta kenkä telasta jossa hydraulikuormitteiset painekengät painavat telavaipan sisäpintaa.

Viimeisenä kuvassa esitetään telatyyppejä jossa hydraulikenkiä on muillakin kuormitussektoreilla kuin nippipinnalla.



Kuvio 1. Lähde Metson Notes tietokanta

Sym-teloja on suunniteltu ja kokoonpantu Rautpohjan tehtaalla 70-luvun loppupuolelta lähtien. Näin ollen telakokoonpano on vuosien saatossa rutinoitunut, vaikkakin tuotteet ovat kehittyneet huomasti alkuaajoistaan. Kokoonpanon eri vaiheet ja tunti-kirjaukset tehdään tuotannonohjausjärjestelmään nimeltä Baan. Kuitenkin ihmislisien tekijöiden vuoksi kaikki tunnit eivät ole suoraan luettavissa tuotannonohjauksen raporteista, vaan ns. piilotunteja kertyy monessa eri työvaiheessa.

SYM teloja on tehty Rautpohjan tehdasalueella 80-luvulta lähtien. Valmistusprosessi on ajan saatossa muotoutunut tiloihin ja työntekijöihin sopivaksi. Monia vaiheita tehdään vanhasta tottumuksesta, eikä niiden tarpeellisuutta osata kyseenalaistaa. ”Näinhän näitä on aina tehty” on hyvin tuttu lause niin kokoonpanijoiden kuin toimihenkilöiden sanomana. Nykyisen taloustilanteen aikana säästöpoliittiset kysymykset ovat useassa yrityksessä entistä enemmän esillä. Tämän innoittamana nykyinen versio täspäällikkö tahtoi selvitettävän SYM-telakokoonpanosta piilotunnit ja ns. käden jäljet telassa sen kulkiessa kokoonpanon läpi. Tämä selvitys toisi esiin myös tuotannossa olevat pullonkaulat ja muut kriittiset vaiheet. Jatkossa selvitystä voitaisiin käyttää pohjatietona tuotannon kehittämiseksi.

Työn lähdemateriaalina käytetään tuotannonohjausjärjestelmä Baan:sta saatuja tietoja. Koska Metson strategiaan kuuluu LEAN-periaatteiden mukainen toiminta, ovat useat kirjallisuuslähteet myös LEAN-ideologiaan pohjautuvia. Tavoitteena on luoda kuvaus telojen kokoonpanojen vaiheista. Kehitysosiossa ongelmakohtiksi koettuja vaiheita peilataan LEAN-ajattelun mukaisiin periaatteisiin ja kehitysehdotelmia pyritään perustelemaan tätä kautta.

2 METSO PAPER OY:N ESITTELY

Kun Valmet Oyj ja Rauma Oyj sulautuivat vuonna 1999, syntyi tänä päivänä tunnettu Metso Oy, joka on pörssinoteerattu kansainvälinen yhtiö.

Tänä päivänä Metso kansainvälinen teknologia- ja palvelutoimittaja, joka on jakautunut kolmeen liiketoiminta-alueeseen. Nämä ovat Metso Pulp, Paper and Power, Metso Mining and Construction ja Metso Automation. Toimintaa Metsolla on kaikki-

aan yli 300 toimipisteessä yli 50 maassa. Liikevaihto vuonna 2011 oli 6646 miljoonaa euroa. Tästä tuloksesta Metso Mining and Constructionin liikevaihto oli 2760 milj.€ ja Metso Automationin 770 milj. € (Metso vuosikertomus 2011.)

Metso Paper Oy kuuluu Metso Pulp, Paper and Power -segmenttiin. Tämä segmentti työllistää Suomessa yli 5000 henkilöä ja maailmanlaajuisesti yli 12 000 henkilöä. Liikevaihtoa koko segmentille vuonna 2011 kertyi 2703 miljoonaa euroa, josta Metso Paper Oy:n osuus oli noin 795 miljoonaa euroa. (Metso vuosikertomus 2011.)

Metso Paper Oy on maailman suurin pehmopaperi- ja kartonkikoneiden toimittaja. Noin 40 % maailman papereista tehdään Metso Paperin tai sen edeltäjien valmisteilla laitteilla. Merkittävimmät kilpailijat Metso Paperille ovat paperi- ja kartonkikoneissa saksalainen Voith ja massanvalmistuksessa itävaltalainen Andritz.

Metson suurin yksittäinen toimipiste sijaitsee Jyväskylän Rautpohjassa. Tehdasalueella sijaitsevat paperi- ja kartonkikonetehdas, valimo, koepaperikonelaitos sekä muuta teollisuutta, kuten Rautatyö Krögerin toimitiloja.

Paperi- ja kartonkikonetehtaan tuotantotilat ovat yhteensä viidessä tuotantohallissa joissa tehdään mm. paperikoneen perälaatikoita, imu- ja valurautateloja, SYM-teloja sekä esikokoonpanoa. Lisäksi kahta kapeampaa hallia käytetään varastotiloina sekä tukitoimintojen tiloina.

Opinnäytetyössä käsiteltävä SYM-telatuotanto sijaitsee tänä päivänä halleissa kolme ja viisi. Väliin jäävä neloshalli toimii varastointitilana ja siellä sijaitsee mm. koko tehdasta palveleva Kardex-merkkinen automaattivarasto. Kolmoshallissa sijaitsee työstökoneita mm. akselien sorvaukseen ja aarporaukseen, telavaippojen sorvaukseen, sekä kokoonpanopisteet SymBelt-teloille ja sylinteriteloille. Viitoshallissa on työstökoneita mm. telavaipan hiontaa ja tasapainotusta varten, pinnoitenauhan vetoon,

akselisorvaukseen sekä valmiiden SYM-telojen koekäyttöön. Lisäksi SYM-telojen koonpano sijaitsee viitoshallin toisessa päädyssä.

3 LEAN

”Lean ei ole tila, johon pyritään. Se on jatkuva oppimisen ja kehittymisen prosessi.”

(Lean-kohti täydellisyyttä K.Tuovinen s.6).

LEAN-termi on John Krafcikin 1988 lanseeraama termi japanilaisen teollisuuden käytämälle johtamisajattelulle. Myöhemmin Jim Womackin, Daniel Jonesin ja Daniel Roosin 1990 julkaisema ”The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production” toi LEAN-ajatusmallin suuremman yleisön tietoon.

(http://en.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing#Pre-20th_century, Toyotan tapaan J. Liker)

LEAN-ajattelu pohjautuu niin sanotun hukan poistamiseen. Tuotteelle, oli se sitten konkreettinen esine tai palvelu, tehdään vain sellaisia toimenpiteitä, jotka nostavat sen arvoa asiakkaan silmissä. Tästä johdatellen ajattelumalli haarautuu monisäikeiseksi ja monimutkaiseksi kokonaisuudeksi. (Lean-kohti täydellisyyttä K.Tuovinen s.86)

Ensin täytyy tietenkin selvittää, mitkä ovat tuotteen arvoa nostavat ominaisuudet asiakkaan silmissä. Yleisesti ajatellaan, että asiakas tahtoo tuotteelta kolmea ominaisuutta: hyvä, halpa ja nopeasti. Näistä voidaan valita yleensä kaksi. Toisaalta joillekin asiakkaille tietyt tuotteen ominaisuudet merkitsevät enemmän kuin toiset.

Seuraavaksi tulee paneutua tuotteen valmistusprosessiin ja hioa se mahdollisimman sujuvaksi. Käytännössä tämä tarkoittaa turhien tuottamattomien työvaiheiden pois-

tamista tuotantoketjusta. Työvaiheita voidaan myös limittää, jolloin niiden kokonaisvaikutusta läpäisy aikaan voidaan vähentää. (Lean Taskukirja I.Kouri s.7)

Tämä keino on monesti käytössä konepajateollisuudessa työstökoneohjelmoinnista puhuttaessa. Ohjelmointi ja asetusajat pyritään limittämään koneen tuottavaan aikaan. Tämä tosin vaatii monesti taloudellisia uhrauksia esim. kappalepalettien suhteen. Valmistuksen tuottamatonta työtä pyritään usein myös vähentämään tekemällä komponenttivarastoinnista mahdollisimman JIT/JOT -tyylisen. JIT/JOT -lyhenteet tulevat englanninkielisistä sanoista Just In Time/Just On Time. Käytännössä tällaisella varastoinnilla pyritään siihen, että komponentti tulee osaksi tuotantoa juuri silloin kun se tarvitaan. Ei yhtään aikaisemmin, muttei myöskään myöhässä. Kokonaisuutena tuotantoketju pyritään luomaan mahdollisimman imuohjautuvaksi. Tällä tarkoitetaan sitä, että seuraava työvaihe ikään kuin odottaa tekemistä ja imaisee tuotteen linjassa eteenpäin. Tällöin pullonkaulana toimiva piste olisi saatu siirretyksi tuotannon alkupäähän materiaalin/tavaran toimittajalle. (Lean Taskukirja I.Kouri s.20-23)

Kun tuotantoketju on saatu hiottua mahdollisimman sujuvaksi, voidaan sitä kehittää Leaniin sisältyvän Kaizen-menetelmän avulla.

Länsimainen tapa kehittää tai parantaa asioiden tekemistä perustuu yleisesti yksittäisiin innovaatioihin ja niiden seurauksena saavutettuihin suuriin ”loikkauksiin”. Kaizenissa taas kehittämisestä pyritään tekemään jatkuva prosessi työskentelyn ohessa ja jatkuvuus pyritään saavuttamaan hajauttamalla kehittäminen kaikille työntekijöille. Näin saadut kehitysideat eivät ehkä ole merkittäviä yksinään, mutta kun pieniä kehitys askelia on tarpeeksi monta, yhteisvaikutus on suuri. (Japan Human Relations Association 1997,4-10.)

Kaizen menetelmällä tuotteeseen voidaan kehittää uusia ominaisuuksia, joista asiakkaat ovat valmiita maksamaan. Jatkuva kehittäminen on tärkeä osa Leanin mukaan toimivaa tuotantomuotoa. (Lean Taskukirja I.Kouri s.14)

Asiakkuus ei Leanissa rajoitu vain tuotteen loppukäyttäjään. Leanin laatuajatus perustuu ajatteluun sisäisistä asiakkuuksista. Tämä tarkoittaa, että ketjussa olevista työvaiheista seuraava vaihe on aina asiakas edeltäjälleen. Tällöin laadunvarmistus ja tarkastus rakentuu osaksi tuotantojärjestelmää. Jokainen työvaihe tarkastaa oman työnsä tuloksen ja vastaa siitä seuraajalleen. (Lean Taskukirja I.Kouri s.24-25)

Metso Paperin tuotanto pohjautuu LEAN-ajattelumalliin. Nykyisessä tuotannossa tuottamattomat vaiheet on pyritty poistamaan ja jäljelle jäävät vaiheet limittämään siinä määrin kuin se on ollut mahdollista. Erityisen hyvin tämä on toteutunut omassa osavalmistuksessa, jossa työstökoneiden käyttöaste on saatu melko korkeaksi. Kokoonpan puolella suurin osa tuottamattomista vaiheista on karsittu pois tuotantoketjusta, mutta työvaiheiden limittäminen keskenään ei ole vielä samalla tasolla koneistuksen kanssa.

Kehitysehdotelmät, joita myöhemmin esitetään, pohjaavat pitkälti turhan työn poistoon ja työvaiheiden limityksiin – siis LEANin peruseriaatteisiin.

Tämän opinnäytetyön kannalta olennaisimpia LEAN-piirteitä ovat hukan poisto, Kaizen ja 5S.

Hukan poisto on ajatus josta koko tämän opinnäytetyön toteuttamisen tarpeellisuus on johdettu. Kokoonpanossa tahdottiin nähdä tuotannonvaiheet ulkopuolisen silmin. Ulkopuolinen henkilö näkee ja uskaltaa paljastaa vaiheet jotka ovat turhia tai voitaisiin tehdä tehokkaammin. Kaizen tarkoittaa jatkuvaa kehitystä jonka tehokkuus perustuu kehitys ehdotusten ja toimien määrään. Jatkuvilla pienillä parannuksilla pyritään pitämään tuotanto tuottavana.

5S tarkoittaa työpisteiden järjestelemistä siten että pisteeltä löytyy vain tarvittavat välineet ennalta määrätyiltä paikoiltaan. 5S nimen juuret ovat japaninkielessä mutta ne on käännetty myös englanniksi ja suomeksi. Suomenkieliset käännökset viidelle S:lle ovat sortteeraus, systematisointi, siivous, standardisointi ja seuranta. Suomalainen menetelmä TUTTAVA on hyvin samankaltainen kuin 5S.

(<http://fi.wikipedia.org/wiki/5S>)

4 BAAN-TUOTANNONOHJAUSJÄRJESTELMÄ

Lyhenne ERP tulee sanoista Enterprise Resource Planning ja tarkoittaa suomeksi toiminnanohjausjärjestelmää. Järjestelmässä käytetään hyväksi eri osioita joiden avulla pyritään ohjaamaan toiminnon materiaaleja ja resursseja.

Baan on hollantilaisen Jan Baanin 1978 luoma tuotannon-ohjausjärjestelmä. Baanista tuli varteenotettava toimija sen voitettua ERP-järjestelmien markkinajohtajan SAP-järjestelmän tarjouskilpailussa Boengille 1994.(
http://en.wikipedia.org/wiki/Baan_Corporation)

Valmet siirtyi käyttämään Baan-järjestelmää vuonna 1997. Edeltävänä tuotannonohjausjärjestelmänä oli toiminut Xman-niminen järjestelmä. Nykyisin käytössä oleva versio on Baan 4.0:n pohjalta Metsolle raskaasti räätälöity versio. Muokkaukset järjestelmään on tehnyt Metson työntekijöistä koostunut ryhmä. Räätälöintiä ei siis ole ostettu yhdessä ohjelmiston kanssa, vaan se on kehittynyt aikojen saatossa. Tästä syystä järjestelmästä on tullut hyvinkin tyköistuva Metson tuotannon tarpeisiin. (Valmet vuosikertomus 1997.)

Nykyään Baan on osana tuotantoa sen jokaisessa vaiheessa. Materiaalihankinnat sekä olemassa olevan varaston kirjanpito tehdään Baan-ympäristössä. Työvaiheen hienokuormitus, työkorttien tulostukset sekä materiaalilistojen tulosteet ajetaan niin ikään Baanista. Työntekijöiden tuntikirjanpito on toteutettu Baanista tulostetuilla työkorteilla ja niissä olevilla viivakooditunnuksilla. Työntekijä tunnistautuu järjestelmään omalla Flexim-siruavaimellaan, jonka jälkeen hän ”leimaa” itsensä viivakoodinlukijalla tietylle työvaiheelle. Projektin päätyttyä projekti suljetaan Baanissa ja toteutuneita tunteja verrataan arvioituihin tunteihin. Valmiiden tuotteiden lähetysdoku-

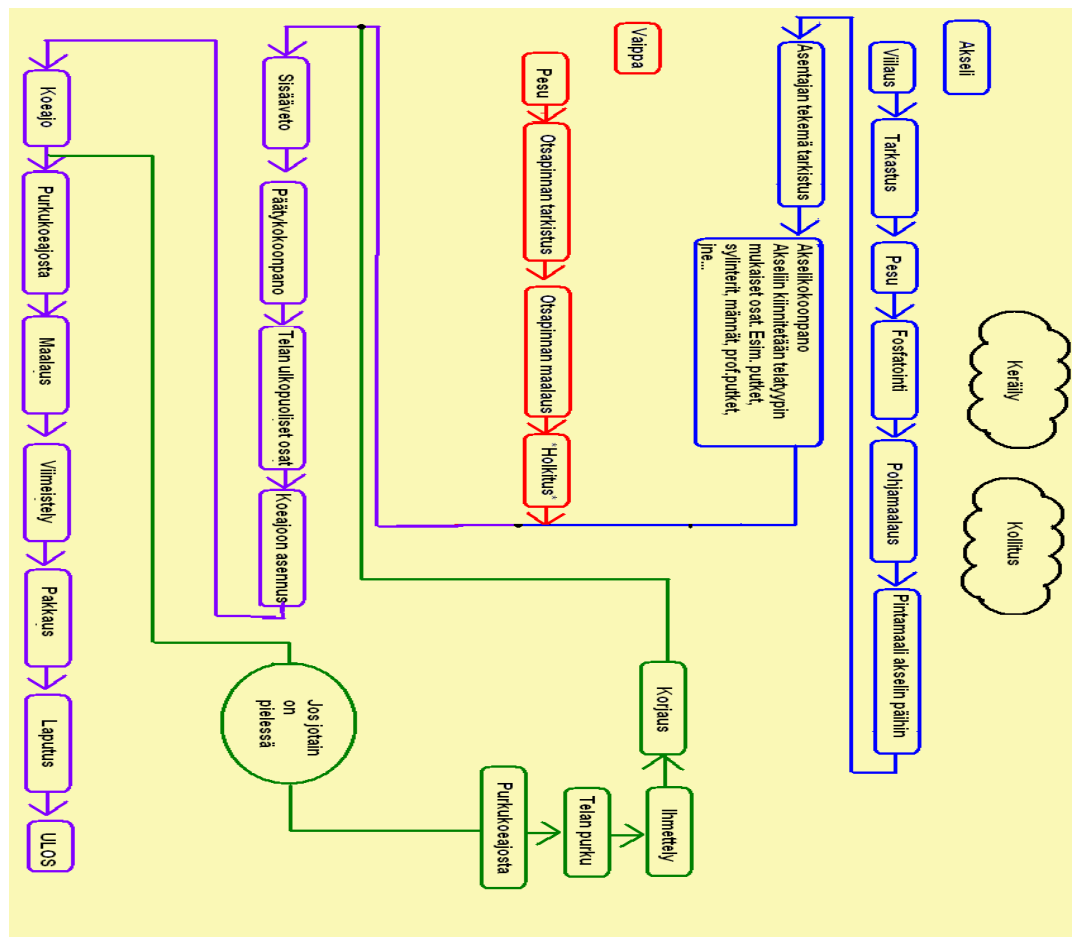
mentit tehdään Baanin avulla. Yleisin käytäntö on, että osaston varastohenkilö tekee Baan-järjestelmään pakettidokumentit, joita kutsutaan kolliksi. Kollin tiedoista ilmevät paketin sisältö, mitat, paino, määränpää sekä varastointitekniset seikat. Tämän jälkeen kolli siirtyy huolinnan käsitteleväksi. Huolinta järjestee kappaleen lähetykseen tarvittavat dokumentit sekä varsinaisen kuljetuksen määränpäähän.

Baan on käytössä kaikissa Metson yksiköissä. Koska käyttäjäkunta on niin laaja, on Baania jaettu erillisiin osiin, joita kutsutaan yhtiöiksi. Rautpohjan telatuotannon yhtiön tunnuskoodi on 631, kun taas esimerkiksi Metso Foudriesin Rautpohjan yksikön tunnus on 285.

Baan-järjestelmästä on mahdollista tulostaa tietoja suoraan mm. Excel-laskentaohjelmaan. Tätä ominaisuutta on käytetty hyväksi kasattaessa pohjatietoja tätä opinnäytetyötä ja sen kaavioita varten.

5 TYÖVAIHEET KAAVIONA JA SELITYKSINEEN

Selkein keino esittää telalle tehtävä työvaiheet järjestyksineen on piirtää aiheesta prosessikaavio. Kaaviossa jokaista työvaihetta kuvataan omalla laatikollaan, josta siirtymää seuraavaan vaiheeseen kuvataan nuolella. Alussa olevat keräily ja kollitus vaiheet ovat irrallaan muusta tuotanto virrasta. Nämä tuotanto vaiheet pyritään tekemään ennen varsinaisen kokoonpano vaiheen alkua, mutta toisinaan vaiheet kulkevat limittäin telakokoonpanon kanssa.



Kuvio 2. Telan työvaiheita on yksinkertaisinta selittää prosessikaaviolla

6 PROSESSIKAAVIOSSA ESITETTYJEN VAIHEIDEN SELITTEET

6.1 Akselin vaiheet

6.1.1 Keräily

Keräilyllä tarkoitetaan työvaihetta, joka suoritetaan ennen akselin tai vaipan tuloa kokoonpanoon. Keräilyssä telalle tulleet osat kerätään valmiiksi omille telakohtaisille lavoilleen. Tarkoitus on, että akselikokoonpanon alkaessa tarvittavat osat on valmiiksi lajiteltu projekteittain.

Keräily aloitetaan ilman erillistä impulssia ensimmäisten telalle tilattujen osien saapuesssa varastoon. Osien saapumista ja keräilyn etenemistä seurataan myös viikoittain pidettävissä palavereissa. Näissä palavereissa on mukana varastohenkilökuntaa, työjohtoa, kokoonpanon työntekijöitä sekä ostonhenkilöstöä.

6.1.2 Kollitus

Kollituksella tarkoitetaan työvaihetta, jonka joku varastointihenkilöstöstä tekee. Työvaiheen tarkoituksena on luoda Baan-järjestelmään lähtevän tuotteen kolli. Kolli luodaan järjestelmään ennakkoon siksi, että vientihuolinta voisi käyttää näitä tietoja suunnitellessaan ja järjestellessään telan rahtausta määränpäähensä.

6.1.3 Laakeripukkien esikasaus

Koneistusvaiheiden jälkeen laakeripukit maalataan ja esikasataan. Tämä vaihe suoritetaan yleensä jonkin verran ennen itse telan kasausta. Tällä pyritään siihen, että itse tela ei joutuisi odottamaan laakeripukkeja ja näin turhaan varamaan tuotantokapasiteettia hallin lattialla. Joskus laakeripukkeja tarvitaan esisovituksessa esikokoonpanohallissa. Tällöin laakeripukit saatetaan kasata useita viikkoja ennen varsinaista telaa.

Laakeripukkien esikasauksessa koneistetut laakeripukkivalut maalataan, jonka jälkeen niihin liitetään nivellaakeri ja näiden laakereiden kannet.

6.1.4 Viilaus

Koneistuksen jäljiltä tela-akselissa on teräviä särmiä ja jäysteitä. Viilauksessa työntekijä poistaa purseet, pyöristää terävät reunat, poistaa porausten pohjille mahdollisesti jääneet lähes irralliset metallilastut ja puhdistaa akselin tasopinnoille jääneet koneistuslastut. Työkaluina käytetään pääasiassa paineilmakäyttöisiä hiomalaitteita.

Myös akselivalusta koneistuksessa paljastuneet huokoset kaivetaan auki viilauksessa. Ensisijaisesti jokainen huokoinen pyritään kaivamaan niin syvälle, että saavutetaan kiinteä homogeeninen metalliseos. Syvien huokosmuodostumien kohdalla täytyy pohtia, vaikuttaako huokoinen metalliaines ratkaisevasti kohteen lujuustekniisiin ominaisuuksiin. Huukoalueen syvyyttä pyritään määrittämään NDT-testeillä mm. ultraääniluotauksella. Jos todetaan, ettei akselin kestävyys vaarannu, huokosalueen pinta hakataan kiinni. Tällä toimenpiteellä pyritään välttämään irtonaisen metalliaineksen irtoaminen akselistä ja kulkeutumisen kriittisemmille vyöhykkeille.

Impulssi akselin tulosta viilaukseen hoituu yleensä koneistuksen työnjohdon ja kokoonpanon työnjohdon välisistä keskusteluista. Yleensä koneistuksen työnjohto on innokas saamaan valmiin kappaleen pois seuraavan tieltä.

6.1.5 Tarkastus

Tässä työvaiheessa erillinen tarkastaja käy läpi tela-akselin. Tarkastuksen päämäärä on selvittää koneistettujen valujen toleranssivastaavuus, viilauksen perusteellisuus ja yleisesti kappaleen mitoissaan oleminen. Kriittisistä mitoista, kuten laakerikauloista, nippipinnan alueista jne. tarkastaja tekee tarkastuspöytäkirjat, jotka tallennetaan telan tietoihin. Nämä tiedot toimitetaan yhdessä telan kanssa telan loppukäyttäjälle.

Tarkastaja aloittaa tarkastukset, kun viilauksen suorittaneet kokoonpanijat ilmoittavat akselin olevan valmis. Jos koneistetuista alueista löytyy kohteita, jotka eivät ole kuvien mukaisissa toleransseissa, tarkastaja ottaa yhteyden kokoonpanon ja koneistuksen työnjohtoon. Kohteesta riippuen korjaustoimenpiteet tehdään joko viilaustyöpaikalla käsikäyttöisin työkaluin, tai suuremmissa kohteissa akseli otetaan uudelleenkoneistukseen. Jälkimmäistä tapahtuu hyvin harvoin. Kun tarkastuksessa ilmenneet asiat on korjattu, ilmoittaa tarkastaja kokoonpanon työnjohdolle akselin olevan valmis. Työnjohto järjestää akselin sopivalla hetkellä seuraavaan vaiheeseen.

Jos tarkastuksessa ilmenee todella vakavia laatupoikkeamia, voidaan akseli joutua susittamaan eli hylkäämään. Susittamisen aiheuttavia laatupoikkeamia voivat olla esimerkiksi valuhuokoiset, jotka vaikuttavat ratkaisevasti tela-akselin lujuuteen. Pää-

tös akselin susittamisesta on todella suuri, taloudellisesti ajateltuna useita kymmeniä tuhansia euroja. Lopullisen päätöksen susittamisesta tekee SYM-telojen suunnittelu-päällikkö. Suorien taloudellisten kustannusten lisäksi kustannuksia tulee myös tuotannon uudelleenjärjesteleminen ja siitä seuranneista sekaannuksista. Telan myöhästyessä sovitusta aikataulusta asiakkaalle joudutaan myös monesti maksamaan myöhästymissakkoja.

LEAN-ajatusmallissa puhutaan usein, ettei erillisiä tarkastusvaiheita kappaleille tehdä. Kuitenkin kyseisten akselien koneistukset ovat melko monimutkaisia, kappaleet suuria ja toleranssit tarkkoja. Näin ollen jotenkin on voitava varmentaa, että kriittisimpien kohteiden mitat ovat toleransseissaan. Tarkat mittaukset vaativat myös sen että mitattava kohde on puhdas ja jäähtynyt koneistuksen jälkeen sopivaan mittauslämpötilaan. Lisäksi akselin tuennan tulee mittauksen aikana vastata tilannetta jossa tela on varsinaisessa käytössään. Jos mittaukset tehtäisiin koneella tai edes konepe-dillä koneistuksen jälkeen, se kuormittaisi tunteja työstökoneelle. Näin ollen on konkoinaisedullisempi mitata kappaleet erillisessä pisteessä ja näin mahdollistaa työstökoneella korkea käyttöaste.

6.1.6 Pesu

Pesuvaihe suoritetaan varta vasten akselien pesemiseen tehdyllä pesukoneella. Pesussa paineistetulla vedellä ja pesuaineilla pyritään irrottamaan lika ja irtopöly akselin pinnoilta. Lisäksi pesuveden mukana poistuu akselin porauksiin ja onkaloihin mahdollisesti jääneet lastut ja muu irtonainen metalli. Pesun on tarkoitus myös puhdistaa pinnat maalaus käsittelyä varten.

Pesun jälkeen onkaloihin ja porauksiin jäänyt vesi kuivataan paineilmalla. Pesun suorittanut työntekijä sopii maalarin ja kokoonpanon työnjohdon kanssa milloin akseli nostetaan seuraavaan työpisteeseen. Siirto pyritään tekemään viipymättä, koska maalamaton, pesty akseli on altis korroosiolle.

6.1.7 Rautafosfatoi

Rautafosfatoi on esikäsittely, jolla valmistellaan metallipintaa maalausta varten. Käsittelyn tarkoitus on parantaa maalikalvon tarttuvuutta perusaineeseen. Menetelmä käy mm. rauta-, teräs-, sinkki- ja sinkityille pinnoille sekä joillekin alumiinipinnoille. Rautafosfatoinnissa metallin pinnalle muodostuu metalli/fosfaattikiderakenne. Tämä rakenne luo paremman tartuntapinnan maalikalvolle kuin tasainen metallipinta. Fosfatoi myös parantaa metallien sähkökemiallisen korroosion kestoa. Tämä perustuu siihen, että fosfaattikerros eristää pinnan mikroanodit ja –katodit toisistaan.

Rautafosfatoi tehdään joko pesukoneessa tai maalaamossa. Käsittely voidaan tehdä joko käsin karhunkielellä levittämällä tai ruiskuttamalla. Käytettävä aine on 5-

prosenttista UNIBOND WH-liuosta. Liuos puhdistaa käsiteltävää pintaa ja muodostaa samalla maalintarttuvuutta parantavan fosfaattikerroksen. Käsitelty pinta muuttuu mattamaiseksi. Jos kappaleeseen jää kirkkaita alueita, ei fosfatointi ole näillä alueilla onnistunut ja käsittely on tehtävä uudelleen pesusta alkaen.

Fosfatoinnin jälkeen kappale huuhdellaan puhtaalla vedellä ja kuivataan huolellisesti.

6.1.8 Pohjamaalaus

Pohjamaalaus tehdään puhdistetun ja fosfatoidun pinnan päälle. Maalin on tarkoitus muodostaa ensimmäinen kerros korroosiota suojaavasta maalikalvosta. Pohjamaalikerros on hyvin ohut, joten se voidaan tehdä myös tarkoille sovitepinnoille.

6.1.9 Pintamaalaus akselin päihin

Tela-akselin päädyt voidaan maalata jo tässä vaiheessa pintaväriinsä. Värisävy on joko asiakkaan päättämä tai perusväri joka on tumman harmaa. Maalikerroksen on tarkoitus suojata metallipintoja korroosiolta ja parantaa tuotteen ulkonäköä.

6.1.10 Asentajan tekemä tarkistus

Tässä tarkistuksessa asentaja katsoo onko pesuvesien mukana kulkeutunut lastua tai muuta irrallista materiaalia näkyville. Jos irrallista materiaalia kulkeutuu näkyville, niin tapauskohtaisesti harkitaan kyseisen onkalon uudelleenpuhdistusta. Telan läpäistessä asentajan tarkastuksen, voidaan aloittaa kokoonpanovaihe.

6.1.11 Akselikokoonpano

Kun puhutaan SYM-telojen akselien kokoonpanosta yleisesti, ei voida sanoa suoraa työjärjestystä. Akselikokoonpanossa tehtävät vaiheet riippuvat suoraan telatyypistä, jota ollaan tekemässä.

Vaikkakin akselikokoonpanossa kasattavien komponenttien määrä ja järjestys vaihtelee telatyypin ja tekijän mukaan, voidaan todeta että tela-akseliin kiinnitään kaikki telan vaipan sisäpuolella olevat osat. Tämä tarkoittaa mm. hydrauliiikan vaatimaa putkitusta, mahdollisia kuormituskenkiä sekä öljyn hydrauliiöljyn poistoon kuuluvaa järjestelmää.

Varsinkin hydraulijärjestelmän putkitus on monimutkainen ja aikaa vievä työvaihe. Työvaihetta vaikeuttaa tela-akseli valussa olevat poikkeamat. Tästä syystä tarkkojen putkitussuunnitelmien tekeminen ei ole mahdollista vaan putkitus joudutaan tekemään tilojen antamissa rajoitteissa. Kun putkitus on valmis, kuvat muokataan vastaamaan todellisuutta.

6.2 Telavaipan vaiheet

6.2.1 Pesu

Telavaippa pestään samassa pesukoneessa kuin tela-akselitkin. Tarkoituksena on poistaa koneistuslastut ja muut likapartikkelit vaipan sisä- ja ulkopinnoilta. Jos valmiin telan vaipan sisäpinnalle jäisi suuria likapartikkeleita, vaurioittaisivat ne telan hydraulisia komponentteja ja estäisivät telan toiminnan tarkoituksenmukaisella tavalla.

6.2.2 Otsapinnan tarkistus

Vaipan otsapinnasta tarkastetaan koneistuksen onnistuminen. Tärkeää on muun muassa, ettei päätyyn tulevassa reikäpiirissä ole jakovirheitä ja että kiertteet ovat riittävän syviä.

6.2.3 Otsapinnan maalaus

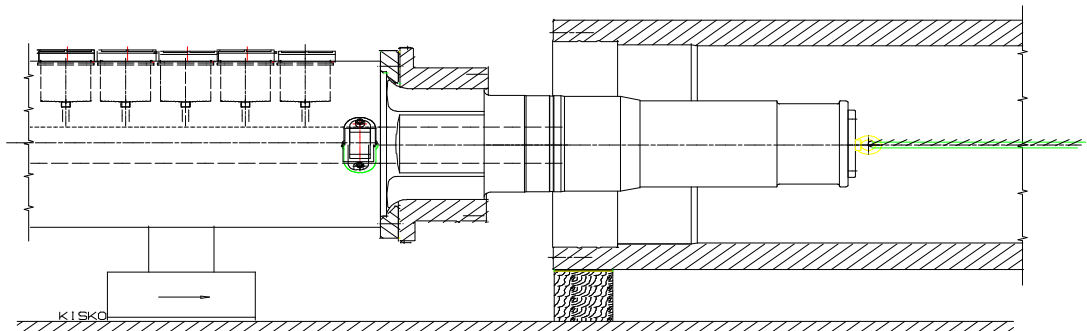
Tarkastuksen jälkeen otsapinta voidaan maalata lopulliseen väriinsä.

6.3 Telan kasaus

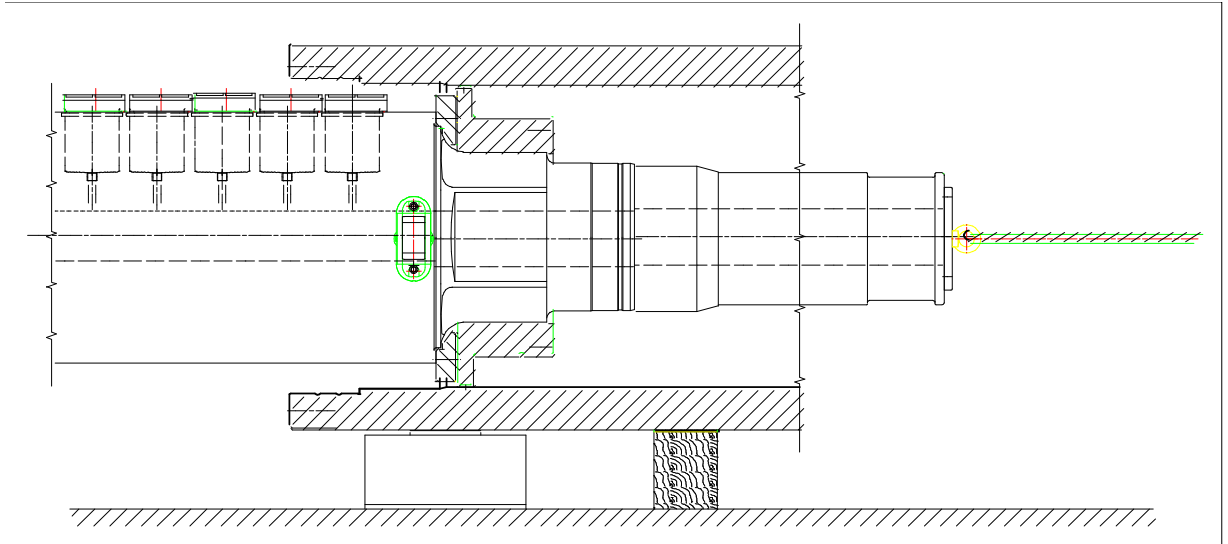
6.3.1 Sisäänveto

Tässä vaiheessa akseli ja vaippa yhdistetään telaksi. Vaihe alkaa yleensä ilman erillistä impulssia kokoonpanijoiden katsoessa, että akseli ja vaippa ovat valmiit sisäänvetoa varten.

Sisäänvetopaikkana toimii tätä työvaihetta varten tehty rata, jolle akseli ja vaippa asetetaan. Vaipan sisäpinnalle ruiskutetaan öljyä sisäänvetoa vastustavan kitkan pienentämiseksi. Kun akseli ja vaippa on saatu linjattua tarkasti radan sekä toistensa suuntaisesti, vedetään akseli vaipan sisään tunkkikärryn varassa. Vetävä voima tuotetaan taljalla, jolta veto välitetään akseliin vaijerin kautta. Akselin vetosuunta voidaan vapaasti valita telan niin kutsuttujen hoito- ja käyttöpään kesken.



Kuvio 3. Esimerkki kuva tela-akselin sisäänvedosta. Lähde Metson Notes tietokanta.



Kuvio 4. Esimerkki kuva tela-akselin sisäänvedosta. Lähde Metson Notes tietokanta

6.3.2 Laakerointi

Kun akseli on saatu kokonaan vedetyksi vaipan sisään, asennetaan laakerit joiden varassa vaippa pyörii akselilla. Jos laakereissa on paksua varastointirasvaa, se pestään laakereista pois ennen asennusta. Vaipan ja akselin laakeria vastaaville pinnoille levitetään asennusta helpottavaa öljyä. Tämän jälkeen laakeri nostetaan tätä varten kehitetyllä nostoapuvälineellä akselissa olevan laakerin pinnan ”huulelle”. Laakeria painetaan hieman sisään, jonka jälkeen laakereiden keskeisyys varmistetaan mittaamalla laakerirullien välykset akselin ylä- ja alapuolelta. Kun keskeisyys on varmistettu, painetaan laakeri perille asti. Tässä vaiheessa laakerin ulkokoolin tulee vastata laakeriolakkeeseen.

Laakereiden keskeisyys varmistetaan mittaamalla laakerirullien välykset akselin ylä- ja alapuolelta.

6.3.3 Päätykokoonpano

Päätykokoonpanossa asennetaan komponentit, jotka lukitsevat laakerin vaipan pätyyn. Päätykokoonpanon osat myös tekevät vaipan sisäosasta oman suljetun ympäristönsä. Tiivistyksessä käytetään pääasiassa O-rengastiivistystä. Päätykokoonpanoon käytettävät osat vaihtelevat suuresti telatyypin mukaan.

6.3.4 Laakeripukkien /vaihteen asennus

SYM-teloissa on laakeripukit tela-akselin kummassakin päässä. Laakeripukin lisäksi käytöissä eli vetävissä teloissa on käyttöpäässä telavaihde, joka välittää pyörittävän voiman ulkoisesta voimanlähteestä telanvaippaan. Laakeripukit pyritään esikasaamaan valmiiksi ennen tela-akselin saapumista kokoonpanoon. Myös telavaihteet saapuvat valmiiksi esikasattuina alihankkijalta.

Laakeripukkien ja vaihteen asennus tela-akselille tapahtuu samalla sisäänvetoradalla jossa telavaippa vedettiin akselin päälle. Akselikaula ja laakeripukissa oleva nivellaa-keri rasvataan asennuksen helpottamiseksi. Tämän jälkeen laakeripukki painetaan paikoilleen. Lukitus akseliin tapahtuu telatyypin mukaisilla komponenteilla, mutta yleisin käytössä oleva menetelmä on käyttää suurikokoista akselivarmistinta.

6.3.5 Koeajoon asennus

Kun telaan on liitetty kaikki pääkomponentit eli akseli, vaippa, päädyt ja laakeripukit mahdollisine vaihteineen, on aika suorittaa telan koeajo.

Koeajokoneikko SEK-236 sijaitsee viitoshallissa, kokoonpanoratojen välittömässä läheisyydessä. Koottu tela nostetaan koeajotilaan yläkautta siltanosturilla. Tela kiinnitetään laakeripukeistaan koeajokoneen arkkuihin, joihin on luotu vastaavat kiinnityspisteet kuin telalle olisi paperikoneen rungossa. Kun tela on saatu asemoitua ja kiinnitettyä paikoilleen, liitetään tela koeajokoneen hydraulikkaan ja mahdollisiin vetojärjestelmiin. Telan pyöritys eli käyttö voi tapahtua suoraan telan vaihteistosta nivelakselilla, vastatelalla pyörittämällä tai joissain tapauksissa nivelakselin pyörittämällä kojeella, josta voima johdetaan telaan erillisellä hihnalla.

Veto- ja hydraulilaitteistojen asennuksen jälkeen tela on valmis varsinaiseen koeajoon.

6.3.6 Koeajo

Koeajossa tutkitaan toimiiko tela suunnitellulla tavalla. Koeajon aikana telaa pyöritetään suunnitellulla kehänopeudella samalla mitaten mm. eri öljyjen virtauksia ja lämpötiloja, pyörittämiseen vaadittavaa voimaa ja telan aiheuttamaa nippikuormaa. Koeajosta saatavien tietojen pohjalta luodaan koeajopöytäkirja, joka toimitetaan telan loppukäyttäjälle telan mukana.

Koeajoprosessi vaihtelee suuresti sen mukaan millainen tela on kyseessä. Telatyypistä riippumatta koeajosta voidaan kuitenkin erottaa kolme erillistä vaihetta.

Alkuvalmisteluissa tela kiinnitetään koeajopaikan konepetiin ja telan hydraulikka kytketään koeajokoneeseen. Lisäksi asennetaan tarvittavat mittausanturit ja syötetään koeajokoneen PC:lle telan tiedot ja koeajosuunnitelma.

Seuraava vaihe on lämmityspyöritys, jossa telan lämpötilaa ja nopeutta aletaan hitaasti nostaa kohti koeajon vaatimaa suunniteltua käyttölämpötilaa. Joitain mittauksia otetaan jo tässä vaiheessa, jotta saadaan selville arvoja, jotka tela toteuttaa kylmillä öljyillä ja koneistoillaan.

Koestuspyörityksessä telaa ajetaan suunnittelulla ajonopeudella. Samaan aikaan tallennetaan tietoja telatyypin mukaan. Tiedoista kootaan mittauspöytäkirja, joka toimitetaan telan loppuasiakkaalle telan mukana.

6.3.7 Koeajosta purku

Koeajon jälkeen telasta puretaan irti koeajokoneikon liitännät ja koeajoöljyt lasketaan pois. Tämän jälkeen tela nostetaan takaisin kokoonpanotilaan.

Jos aikataulun puitteissa on mahdollista, niin telaan kuljetuksen ajaksi tulevat suojaöljyt pumpataan telaan jo koeajopaikalla. Tämä työvaihe kuitenkin siirtyy monesti osaksi pakkausta, koska seuraava tela odottaa vuoroaan koeajoon.

6.3.8 Maalaus

Tässä vaiheessa tela viimeistelymaalataan lopulliseen väriinsä. Mahdolliset koeajossa ja asennuksissa sattuneet virheet maalipinnalle korjataan.

Vaihetta varten tela siirretään jälleen samaiseen maalaamoon, jossa tela-akseli maalattiin aikaisemmin. Koska maalaamoon virtaa tuotantoa jo pesuvaiheesta, on koeajon jälkeisen maalausvaiheen sovittaminen aikatauluihin haastavaa.

6.3.9 Viimeistely

Viimeistelyssä telaan asennetaan paperikoneen mukaiset liittimet ja telakilvet.

6.3.10 Pakkaus

Pakkaus alkaa suojaamalla tela kuljetusta varten. Jos telan sisään ei koeajon päätteeksi ole pumpattu suojaöljyä, se tehdään ensimmäisenä pakkausvaiheessa. Myös telan ulkopinnoille ruiskutetaan korroosiolta suojaava öljykalvo. Tämän jälkeen tela pakataan inhibiittimuoviin, joka osaltaan haihduttaa itsestään telaan suojaavaa öljyä. Muovin jälkeen telaan pakataan kerroksittain pahvia, suojamattoa, pakkauspapieria lautta ja pressua.

Huolellinen paketointi on tarpeen, koska suurin osa kulkeutuu kohteisiinsa meriteitse. Tällöin vallitsevat sääolot ovat hyvin korroosioalttiit. Matkat voivat myös kestää useita kuukausia. Telapaketin tulee kestää myös eri kuljetusmuodoissa tapahtuvia gvoimia. Etenkin lentorahtina kuljetettaville teloille määräykset pakkauksen kestävydestä ja stabiiliudesta ovat äärimmäisen tiukat.

Kun paketointi on valmis, telapakettiin kiinnitetään tarvittavat lähetysdokumentit. Dokumentit tulostetaan Baanista tavalliselle A4-kokoiselle paperille. Paperit laminoi-
daan ja asetetaan liimattaviin muovitaskuihin siten, että tarvittava informaatio näkyy läpinäkyvän muovin läpi. Muovitaskut liimataan telaan ennalta määritettyihin paikkoihin.

6.3.11 Ulos

Kun tela on paketoitu ja pakettiin kiinnitetty tarvittavat lähetysdokumentit, on se valmis maailmalle. Tieto vientihuolinnalle telan valmiina olostä annetaan sähköpostin välityksellä. Yleensä huolinnasta kysellään telan perään ennen valmistumista, joten hakuauton tulo sattuu hyvin yksiin telan valmistumisen kanssa. Jos tela valmistuu paljon etukäteen, saatetaan se ajattaa kuljetuskasetin päällä ulos odottamaan kyytiä. Joissain tapauksissa telaa saatetaan varastoida myös viitoshallissa.

Kuljetus telan määränpäähän tapahtuu tavallisimmin auto-laiva-auto -kyydityksellä. Tällöin tela lastataan viitoshallista rekan vetämälle lavetille, jolla tela matkaa satamaan. Satamassa tela ahdataan laivaan, joka kuljettaa sen määränpään kannalta soveliaimpaan satamaan.

Rautpohjan tehdasalueella on myös junarata, joten telan lastaaminen junavaunuun on mahdollista. Tämä on nykyään hyvin harvinainen käytäntö. Kiireellisillä aikatauluilla olevia teloja on myös kuljetettu määränpäähänsä ilmarahtina. Jyväskylän alueelta löytyvä Tikkakosken lentoasema omaa riittävän pitkän kiitotien suurille rahtikoneille. Lentorahdin painorajoitusten vuoksi vain pienimpiä SYM-teloja voidaan kuljettaa ilmateitse.

7 LEAN KÄYTÄNTEIDEN TOIMINTA SYM- TELAKOKOONPANOSSA

Kuten alussa mainittiin, koko Metso-konsernin tuotannossa on käytössä LEAN-ajattelumalliin pohjautuva tuotantojärjestelmä. SSS-verstaan toiminnoissa LEAN:n näkyy selvimmin tuotteiden ja tuotannon kehityksessä, tuotannon työpisteiden 5S mukaisesta järjestyksestä ja KAIZEN tyylisestä jatkuvasta kehityksestä eri osa-aloilla.

Tuotannontyöntekijä sektorilla on muutaman vuoden kuluessa tapahtumassa suurten ikäluokkien eläköityminen. Tätä silmällä pitäen tuotantoon on viime vuosina palkattu uusia nuoria asentajia. Heidän mukanaan tuotantoon on saatu uusia ajatuksia ja monia hyviä kehitysehdotuksia.

Vuonna 2012 SSS-verstaan tuotannon eri työpisteillä aloitettiin ns. 5S- projekti. Projektin tarkoituksena oli selvittää työstökoneilla ja kokoonpanopisteillä olevien työlaitteiden tarpeellisuudet sekä tuoda järjestys ahtaisiin tiloihin. Projektille määritettiin vetäjä, joka teki yksilöllisen suunnitelman kunkin työpisteen toimenpiteistä. Toimenpiteet suorittivat työpisteiden työntekijät ja valvonnasta vastasi kunkin työpisteen esimies yhdessä verstaapäällikön kanssa. Projekti aloitettiin vuoden 2012 alussa ja saman vuoden alkusyksystä suuri osatyöpisteistä oli läpäissyt alun siivousvaiheen ja päässyt ns. jatkuvan ylläpidon vaiheeseen. Tulokset olivat merkittäviä monessa työpisteessä ja etenkin työntekijöiltä saatu palaute oli hyvin positiivista. Hiljalleen jokainen työpiste siirtyy jatkuvan ylläpidon vaiheeseen ja 5S:n vetovastuu siirtyy työntekijöille ja esimiehille.

Tuotteiden kehityksessä suunnittelun ja tuotannon keskinäinen kommunikaatio on ensiarvoisen tärkeää. Pääsääntöisesti tuotannosta tulevia kehitysehdotuksia kuunnellaan ja arvioidaan suunnittelussa. Ongelmaksi tahtoo kuitenkin muodostua pitkä aikaväli suunnitellussa olevan projektin siirtymisestä tuotantoon. Joissakin tapauksissa tuotteen siirtymisestä suunnittelusta tuotantoon saattaa kestää jopa vuosi. Jos siis tuotannosta annetaan kehitysehdotus, joka aiheuttaa rakennemuutoksen tuotteeseen, tulee tämä muutos näkyville tuotantoon vasta vuoden päästä. Tuotannossa on käytössä toteutuneisiin ja säästöjä aiheuttaneisiin kehitysehdotuksiin perustuva palkkiojärjestelmä. Kuitenkin edellä mainitun hitauden takia tämä järjestelmä ei ole toimi kovinkaan suurena motivaattorina tuotannon työntekijöille.

8 TULOKSIEN JA PÄÄTELMIEN TEKO KERÄTYN TIEDON POHJALTA

8.1 Tuntikertymät sekä muut havainnot

Baanista kerättyjen tunti-laskelmien pohjalta koottiin aineistoon eri tela tyyppien keskimääräiset tuntijakaumat. Taulukossa 1 on esitetty neljän eri ZLC-telan kokoonpanon tunnit ja näistä laskettu keskiarvo piirakka kaaviona. Muiden telatyyppien tuntijakaumat ovat saman suuntaiset.

Taulukko 1. Keskiarvoinen tuntijakauma ZLC-telojen tunneista laskettuna.

Taulukko on jätetty pois julkisesta työstä sen sisältämän luottamuksellisen tiedon vuoksi.

8.1.1 Baanista tulostettuja tuntikertymiä tarkastellessa voitiin todeta seuraavaa

Kappale on jätetty pois julkisesta työstä sen sisältämän luottamuksellisen tiedon vuoksi.

8.1.2 Tämän lisäksi työntekijöiden haastatteluilla sekä yleisellä tuotannon tarkkailulla havaitsin seuraavat seikat.

Pesu- ja maalausvaiheet muodostavat pullonkaulan telan tuotannossa. Tämä osataan siksi, että vaiheisiin kuuluu tiettyjä kuivumisaikoja, jotka eivät ole tuottavaa työtä, mutta kuormittavat tiloja kuitenkin. Lisäksi maalausta tehdään kahdessa erillisessä vaiheessa, joten vaiheiden kuormituksen synkronointi on haastavaa ja altis häiriöille.

Oman ongelmansa tuotantoon muodostavat telat, joiden koeajossa ilmenee jotain vikaa. Tällöin telat palautuvat keskelle muuta tuotantoa ja varaavat yleensä toisen kokoonpanoradoista.

Pakkausvaiheessa lähetysdokumenttien tulostukseen ja telapakettiin kiinnitykseen menee huomattavasti aikaa ja resursseja.

8.2 Kehitysehdotuksia havaittuihin ongelmiin.

8.2.1 Tarkastusvaiheen työtuntien kirjaamattomuus

Viilauksen jälkeisen akselin tarkastuksen suorittaa erillinen tarkastaja. Tarkastajia on kaksi ja he työskentelevät kahdessa vuorossa, yksi per vuoro. Tähän järjestelyyn on päädytty siitä syystä, että tarkastajan työ vaatii keskittymistä ilman häiriöitä. Työpa-reittain työskentelyssä saattaisi tulla epäselvyyksiä siitä, kumpi on tarkastanut min-käkin kohteen. Samasta syystä tarkastajat pyrkivät siihen, että yksi ja sama henkilö hoitaa yhden telan tarkastuksen. Yhden tela-akselin tarkastukseen vaatima aika vaihtelee 4-10 h sen mukaan, minkä tyyppinen akseli on kyseessä. Kuten Baanista saaduista tuntitulosteista voidaan päätellä, ei telan tunteihin kirjata tarkastuksen tunteja ollenkaan.

Tässä vaiheessa joudutaan pohtimaan tarkastusvaiheen tarpeellisuutta telan tuotannossa. Kun ihminen osallistuu monimutkaisen tuotteen tekemiseen, on aina mahdollisuus inhimilliselle erheelle. Lisäksi moniin tela-akselin koneistuksiin vaikuttavat valuihiossa olevat poikkeamat. Tela-akselin koneistus on kokonaisuudessaan pitkäkestoinen prosessi, jota tekee vuorollaan usea eri koneistusvuoro. Koneistettavat kappaleet saattavat olla myös huomattavan suuria, jopa yli kymmenen metriä pitkiä ja useiden kymmenien tonnien painoisia. Koneistustoleranssit ovat silti vain 0.01 mm luokkaa.

Koska työstettävät kappaleet ovat monimutkaisia ja inhimillisen erheen mahdollisuus on olemassa, koneistuksen jälkeinen tarkastus on välttämätön. Tarkastus voitaisiin suorittaa konepedillä samassa tilassa, jossa kappale on koneistuksessa. Tästä kuitenkin aiheutuisi tuottamatonta aikaa itse koneelle. Kappaleen tulee jäähtyä normaaliin 20 °c lämpötilaan ennen mittausten suorittamista. Lisäksi koneistuksen jälkeinen viilaus täytyy tarkastaa myös. Näistä syistä voidaan päätellä, että tarkastus on välttämätön vaihe ja järkevin suorittaa siinä vaiheessa työketjua kuin se nykyisellään on.

Varsinaisen ongelmaan eli tuntien kirjaamattomuuteen näkisin kaksi eri ratkaisua. Joko tarkastusvaihe poistetaan telan tuntikuormituksesta ja tarkastajien työtunnit menevät osaston yleisten tuntien päälle tai tarkastajat alkavat merkitsemään kulu-neet tunnit tuntiseurantajärjestelmään. Itse suosisin jälkimmäistä vaihtoehtoa siitä syystä, että näin voitaisiin nähdä todelliset kustannukset niistä teloista, joissa tarkastus vie oletettua kauemmin tunteja. Yleensä tämä kielii jostain laatupoikkeamasta, joka myöhemmin tuotannossa aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia.

8.2.2 Harmaa alue eli muut yleiskustannus-työt

Kappale on jätetty pois julkisesta työstä sen sisältämän luottamuksellisen tiedon vuoksi.

8.2.3 Pesu- ja maalausvaihe

Pesuvaihe ennen maalausta suoritetaan erillisellä pesukoneella. Pitkät poraukset ja vaikeapääsyiset onkalot pestään käsikäyttöisellä korkeapainepesurilla. Pesun jälkeinen kuivaus suoritetaan paineilmalla puhaltaen sekä perinteisesti haihdutuskuivattain. Kuivumisaika ei nouse merkitykselliseen osaan, koska kappaleen kuivumista odotellessa voidaan sille tehdä seuraavan vaiheen vaatimia valmisteluja.

Maalausvaiheeseen kuuluu oleellisena osana maalin kuivumisen tarvitsema aika. Tämä tuottamaton aika on välttämätön ja sellainen, jota ei kokonaan voida poistaa. Kuivumisaikaa voidaan kuitenkin oleellisesti nopeuttaa lämpötilaa nostamalla ja ilmankosteutta vähentämällä.

Maalaus tehdään käsikäyttöisillä maalausruiskuilla. Koska ruiskutusmaalauksesta syntyy hienojakoista maaliumua ja liottimien haihtumiskaasuja, tulee työvaihe suorittaa erillisessä maalaamossa, joka on luokiteltu EX-tilaksi. Maalaamo sijaitsee akselipesukoneen läheisyydessä, joten tuotannon virtauksen kannalta sijainti on järkevä. Sen sijaan koeajosta viimeistelymaalaukseen tulevat telat kulkevat vasten ideaalista tuotevirtaa.

Ilmeisimpänä ratkaisuna voitaisiin pitää toisen maalaustilan luomista koeajopaikan jälkeen. Tällöin tuotanto saataisiin virtautettua ilman risteämiä ja hajautettua nykyisen maalauspaikan ylikuormaa. Käytännössä tilojen rajallisuus ja suunnitelman kallis

toteutushinta karsivat tämän vaihtoehdon melko nopeasti pois. Kuitenkin viereisestä kolmoshallista löytyy toinen maalaustila, joka sylinterivalmistuksen hiljennettyä on vähällä käytöllä. Tämän maalaustilan vieressä sijaitsee myös alue, jota aikaisemmin on käytetty sylinterien koeponnistuspaikkana. Näitä tiloja voitaisiin käyttää SYM-telojen viimeistelymaalaukseen, viimeistelyyn ja pakkaukseen. Yhden rajoitteen kolmoshallin tilojen käytölle tosin luo kolmoshallissa olevien nosturien nostokapasiteetti, joka käy riittämättömäksi suurimpien SYM-telojen kohdalla. Tämä seikka täytyisi siis ottaa huomioon aina, jos telan viimeistelytoimet tehtäisiin toisessa hallissa.

8.2.4 Koeajossa ilmenneestä ongelmasta johtuen purkutuomion saanut tela

Suuren ongelman tuotannossa aiheuttavat myös telat, joista paljastuu koeajon aikana jotain normaalista poikkeavaa.

Tällaisessa tilanteessa telan koeajo yleensä keskeytetään ja paikalle pyydetään telasta vastaava pääsuunnittelija. Ongelma saattaa ilmetä esimerkiksi liiallisena ohivuotona telan sisällä. Tällöin tiedetään, ettei jokin telan osa-alue ole tiivistynyt suunnitellulla tavalla. Telan pääsuunnittelija tekee päätöksen jatkotoimenpiteistä. Jos poikkeama on vain hieman ylitse toleranssien, saatetaan koeajoa jatkaa ja tela hyväksytään sellaisenaan, joskin poikkeavana tuotteena. Jos taas esiintynyt ongelma on vakavampi, keskeytetään koeajo kokonaan. Tämän jälkeen tela nostetaan takaisin kokoonpanoradoille ja puretaan.

Tällaisen purkutuomion saanut tela aiheuttaa yleensä paljon ongelmia muulle tuotannolle. Koeajon ollessa viimeisiä vaiheita telan kokoonpanossa ei pelivaraa ennen lähetystä juurikaan ole. Lisäksi seuraavat tuotantoketjussa olevat telat yleensä varaa- vat kokoonpanoradat. Purkua varten joudutaan siis ensin tekemään tilaa lattialle purettavaa telaa varten. Lisäksi muun tuotannon parissa työskentelevä henkilöstö joudutaan ohjaamaan purkamaan telaa. Häiriön vaikutus tuotannossa saattaa jatkua

viikkoja senkin jälkeen, kun ongelma on saatu ratkaistuksi ja tela poistunut tuotannon tiloista.

Koska koeajosta paljastuu aika ajoin poikkeamia teloissa, voidaan todeta, että tällainen laadunvarmistusvaihe on tarpeellinen osa tuotantoa. Lähtökohtaisesti tuotannon kulkua suunnitellessa oletetaan, että kaikki vaiheet etenevät ongelmitta. Kuitenkin tällaiseen ongelmatilanteeseen tulisi jotenkin varautua. Yksi mahdollisuus olisi, että poikkeavalle tuotannolle olisi oma tilansa, jossa ongelmatapauksia ratkottaisiin.

Layoutin kannalta tällaisen tilan luominen nykyiseen tuotantolinjaan ei ole mahdollista. Yhtenä vaihtoehtona voisi olla ongelmatelojen purun ja vian selvittäminen tontilla sijaitsevilla telahuollon tiloissa. Jos poikkeava tela menisi korjaukseen jollekin muulle osastolle, tulisi purkamiseen johtavat syyt raportoida korjaavan osaston esimiehille tarkoin. Lisäksi tulisi pitää huolta, että vian löydyttyä raportointi tavoittaisi myös tuotannosta sen vaiheen, jossa ongelma on syntynyt. Muuten ei kehitystä tapahdu toivotulla tavalla.

8.2.5 Pakkausdokumenttien tulostus dokumenttipalvelusta valmiille tarralle

Nykyisellä käytännöllä telaan kiinnitettävät pakkausdokumentit tulostaa osaston varastomies normaalilla tulostimella A4-kokoiselle paperiarkille. Tulostetut paperit laminoidaan, jotta dokumentit säilyisivät luettavina koko kuljetuksen ajan erilaisista olosuhteista huolimatta. Laminoidut dokumentit asetetaan erilliseen muovitaskuun, joka liimataan telapaketin pressuun. Muovitaskun liimausta vahvistetaan niitein sekä teippaamalla.

Kaiken kaikkiaan niinkin yksinkertainen vaihe kuin lapun kiinnittäminen telapakkaukseen vaatii yhdeltä mieheltä 2-3 tunnin työn kaikkine vaiheineen. Lisäksi yhden tulosten sääsuojaukseen kuluu materiaalia verrattain paljon.

Ratkaisuna tämän vaiheen tehostamiseen voisi olla tulostuspalvelusta säännestävälle tarralle tulostetut lähetysdokumentit, jotka voisi suoraan liimata telapaketin pressuihin. Nykyaikaisilla tulostusmenetelmillä on mahdollista tehdä suoraan tarrapintaisia tulosteita, jotka kestävät vettä ja aurinkoa haalistumatta telan kuljetuksen vaatiman ajan.

8.3 Kehitysehdotusten toimeenpano

Kuten aikaisemmin sanottu, SYM-teloja on tehty 70-luvun loppupuolelta alkaen Rautpohjan tontilla. Viitoshallissa telojen tuotanto on ollut myös hyvin pitkään. Suuri osa toimenpiteistä tehdään vanhasta tottumuksesta siten kuin on aina tehty. Kolmos- ja viitoshallit yhdistettiin yhtenäiseksi SSS-verstaaksi vuonna 2010. Tätä ennen hallit olivat eri osastojen käytössä. Nykyään ajatus osastosta, joka on näiden tilojen alueella, alkaa tuntua työntekijöistä luontevalta.

8.3.1 Tarkastusvaiheen tuntien kirjaaminen

Tarkastusvaiheen tuntien kirjaamisen muutos ei vaadi taloudellisia panostuksia. Kysessä on ennemminkin tarkastajien asenteisiin vaikuttaminen. Kysyttäessä miksei tunteja nykyisellään leimata, en saanut suoraa vastausta. Päällimmäisenä syynä sanottiin, että jos tarkastettavaa kohdetta vaihdetaan projektista toiseen, ei ehdi tai muista leimata itseään uudelle projektille.

Seikka, jolla tarkastajien tuntien kirjaamista projekteittain voidaan edesauttaa, on se, että kuormituksessa otetaan huomioon tarkastus entistä paremmin.

Saadut hyödyt näkyvät etenkin teloissa, joiden tarkastuksessa ilmenee jotain poikkeavaa ja vaiheeseen kuluu aikaa suunniteltua kauemmin.

8.3.2 Harmaa alue eli muut YK-työt

Omasta mielestäni ainoana keinona nk. harmaan alueen hallintaan saantiin on kyseisen vaihenimikkeen poisto telan työkorteista. Muutos vaatii jonkin verran vaivaa sekä tuntisuunnittelua tekeviltä henkilöiltä että uuden tavan opettelua tuotannon työntekijöiltä. Suoria taloudellisia kustannuksia tästä ei kuitenkaan synny.

8.3.3 Pesu- ja maalausvaiheen töiden jakaminen kahteen eri tilaan

Etenkin kokoonpanijoiden keskuudessa nykyisessä tuotannossa pahimmaksi pullonkaulaksi koetaan pesu- ja maalausvaiheen muodostama linja. Työvaiheen sisältämien kuivumisaikojen takia työsuoritteessa varsinaista tehtävää työtä maalarilla saattaa olla 4-8 tuntia ja kuivumisen odottamista seuraavat 24 h. Jos maalausvaiheet kuormitetaan oikein, pystyy yksi maalari hoitamaan kahdessa maalaamossa tapahtuvat toiminnot.

Uuden maalaamon tekeminen viitoshalliin ei tilojen vuoksi ole taloudellisesti järkevää. Sen sijaan kolmoshallissa oleva maalaamo on melko vähäisellä kuormalla. Lisäksi kolmoshallin maalaamon vieressä on nykyisessä tuotannossa melko vähäisellä käytöllä oleva kuivatussylinterien koeponnistuspaikka, jota voitaisiin käyttää SYM-telojen viimeistelyyn ja pakkaukseen.

Haittapuolina suunnitelmalle ovat jokseenkin pitkät kulkuyhteydet viitoshallien varastoilta kolmoshalliin. Kulkuväylä näiden paikkojen välillä on kuitenkin jo nykyisellään riittävä pumppukärryliikenteelle.

Ehdotukseni olisi, että tuo tila otettaisiin ensimmäisessä vaiheessa koemielessä SYM-telojen viimeistely- ja pakkaustoimien käyttöön. Jos käytäntö osoittautuu tehokkaaksi, voidaan koeponnistusaluetta kehittää paremmin viimeistelyyn ja pakkaukseen soveltuvaksi. Tämä ensimmäinen vaihe ei kuitenkaan vaatisi juurikaan taloudellisia panostuksia.

8.3.4 Koeajosta ilmenneestä ongelmasta johtuen purkutuomion saanut tela

Suurin yksittäinen tekijä, joka nykyistä tuotantoa sekoittaa, ovat telat joissa havaitaan ongelmia.

Esitetty muutos tähän vaiheeseen olisi, että koeajossa havaittu poikkeava tela irrotettaisiin koeajolaitteista ja toimitettaisiin jatkotoimenpiteisiin viereisessä rakennuksessa sijaitsevaan telahuollon halliin. Tällä toimella poikkeava tuote saataisiin pois uusien telojen tuotannosta.

Toteutuskustannukset toimenpiteelle olisivat kohtuullisen pienet. Käytännössä suora rahallinen kustannus koostuisi uusista rahtauksista tehdasalueella. Jotta poikkeaman aiheuttanut syy saataisiin selville mahdollisimman nopeasti, tulisi kommunikaation telahuollon ja koeajoa suorittaneen henkilön välillä olla sujuvaa. Lisäksi täytyy ottaa huomioon, että telahuollolla on omat kuormituksensa ja ylimääräisten töiden väliin sovittaminen telan laivausaikataulujen puitteissa saattaa olla mahdotonta. Lisäksi vian selvittyä tulisi pitää huoli ongelman aiheuttaneen syyn asianmukaisesta raportoinnista. Tällöin voidaan tehdä seurantaa, onko ongelma satunnainen vai toistuva ja tarvittaessa tehdä muutoksia ongelman aiheuttaneeseen tuotantovaiheeseen.

Ajatusta voisi kokeilla, jos telahuollon kuormassa olisi sopivasti tilaa tällaisen poikkeaman sattuessa. Jos toiminta todettaisiin sujuvaksi ja tehokkaaksi, voitaisiin tulevaisuudessa käytännöstä tehdä standarditoimenpide tällaisissa tapauksissa. Kokeiluvaiheessa kustannukset jäisivät merkityksettömän pieniksi.

8.3.5 Pakkauskäytäntöjen tulostaminen valmiiksi tarralle

Tarvittavat puitteet dokumenttien tulostukseen tarralle ovat jo nykyisellään olemassa. Paino- ja tulostuspalveluita tarjoavan Kopijyvän toimipiste sijaitsee tehdasalueella ja palvelee nopeasti eri osastojen tarpeita.

Luontevin tapa lähteä selvittämään tarralle tulostettujen lähetysdokumenttien järkevyyttä, olisi pyytää tarjous tulosteista Kopijyvältä. Tätä tarjousta tulisi verrata materiaali- ja työaika säästöihin, jotka tarralla voitaisiin saavuttaa. Jos valmis tarra osoittautuisi edullisemmaksi vaihtoehdoksi, tulisi vielä varmistaa muutamalla pilottitelalla tarran kestävyys käytännön tilanteessa.

8.4 Kehitysehdotusten toiminta käytännössä

Kappale on jätetty pois julkisesta työstä sen sisältämän luottamuksellisen tiedon vuoksi.

8.5 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön ensisijaisena tarkoituksena oli luoda kartoitus telalle tehtävistä työvaiheista ja niiden kestoihin vaikuttavista asioista. Tarkoitus oli ennen kaikkea löytää ne vaiheet, joita ei tuntileimauksissa näy, mutta jotka toistuvat lähes jokaisen telan kokoonpanossa. Lisäksi toimeksiantaja tahtoi saada ulkopuoliselta henkilöltä näkemyksen työvaiheiden sujuvuudesta ja mahdollisista kehityskohteista.

Melko alkuvaiheessa opinnäytetyötä toimeksiantaja Paula Korolainen antoi ohjeen tehdä perusteellinen prosessikaavio telan kokoonpanosta. Tätä kaaviota hyväksi käyttäen vaiheet olisi loogista kirjoittaa auki ja pohtia niiden tarpeellisuutta. Kaavios-
ta tuli kattava ja selkeälukuinen. Tämän lisäksi tekstikappaleissa pyrin avaamaan kunkin työvaiheen toimenpiteitä ja perustelemaan syitä siihen miksi ko. työvaihe on sillä paikalla kuin on. Lisää selkeyttä asiaan olisin ehkä saanut, jos olisin sijoittanut toisessa kuvannossa työvaiheiden numeroinnin hallin layouttiin. Lisäksi työvaiheiden keskinäisten vaikutussuhteiden pohdiskelu olisi voinut olla syvällisempää.

Pullonkaulana koettuihin vaiheisiin ja muihin tuntikirjanpidollisiin ongelmiin määritetyt kehitysehdotukset olivat mielestäni onnistuneita. Suurinta osaa perusteltiin eri kannoilta, jonka jälkeen valittiin ehdotukseksi paras tai vähiten huono vaihtoehto. Valinnoissa ensisijaisena perustana käytettiin LEAN-ideologian mukaisia oppeja, mutta myös taloudellisille arvoille annettiin paljon painoarvoa. Myös työn toimeksiantaja piti kehitysehdotuksia hyvinä ja useita niistä toteutuskelpoisena. Muutamia niistä otettiin koekäyttöön kevään 2013 aikana.

Opinnäytetyössä käytettävä lähdeaineisto jäi kohtuullisen suppeaksi, mutta tämän katsoisin johtuvan ennen kaikkea aiheen tyylistä. Omasta mielestäni työssä jäi va-
jaaksi ennen kaikkea taloudellisten perustelujen esilletuonti. Työn toimeksiantaja voi

tietenkin laskea itselleen kustannuksia tiedossa olevista tunti hinnoista. Olisin kuitenkin toivonut voivani sisällyttää tämän tiedon myös varsinaiseen tekstiosuuteen.

Työn valmistumisaikataulu venyi suunnitellusta. Tämä johtui siitä että kehitysehdotusten miettiminen oli paljon odotettua työläämpää ja aikaa vievää. Jälkeenpäin ajateltuna tämä on itsestäänselvyys, mutta työtä aikatauluttaessani viime kesänä en tätä ottanut huomioon.

Työnantajan puolelta saatu palaute työn onnistumisesta oli positiivista. Työ vastasi heidän toiveitaan ja odotuksiaan. Esitetyt kehitysehdotukset olivat sellaisia, joita ei aikaisemmin oltu esitetty ja monia niistä pidettiin käyttökelpoisina. Etenkin koeajosta purkutuomion saaneen telan siirtäminen toisiin tiloihin koettiin kokeilemisen arvokkaana ajatuksena.

9 LÄHTEET

Kouri, I. V.2010. Lean Taskukirja Teknologiateollisuus Ry.

Bunji, T. Kiyonori, K. Yamamoto, M, F. Mio, A. V. 1989. Kaizen Teijan 1 Nikkan Kogyo Shimbun LTD. Verkkojulkaisu
http://books.google.fi/books?id=GOgSbN4QtWAC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false Viitattu. 20.1.2013

Tuovinen, K. V.2010 Lean-kohti täydellisyyttä. Readme.fi

Lähde Metson Notes tietokanta Viitattu 20.1.2013

Metso vuosikertomus 2011.

Valmet vuosikertomus 1997

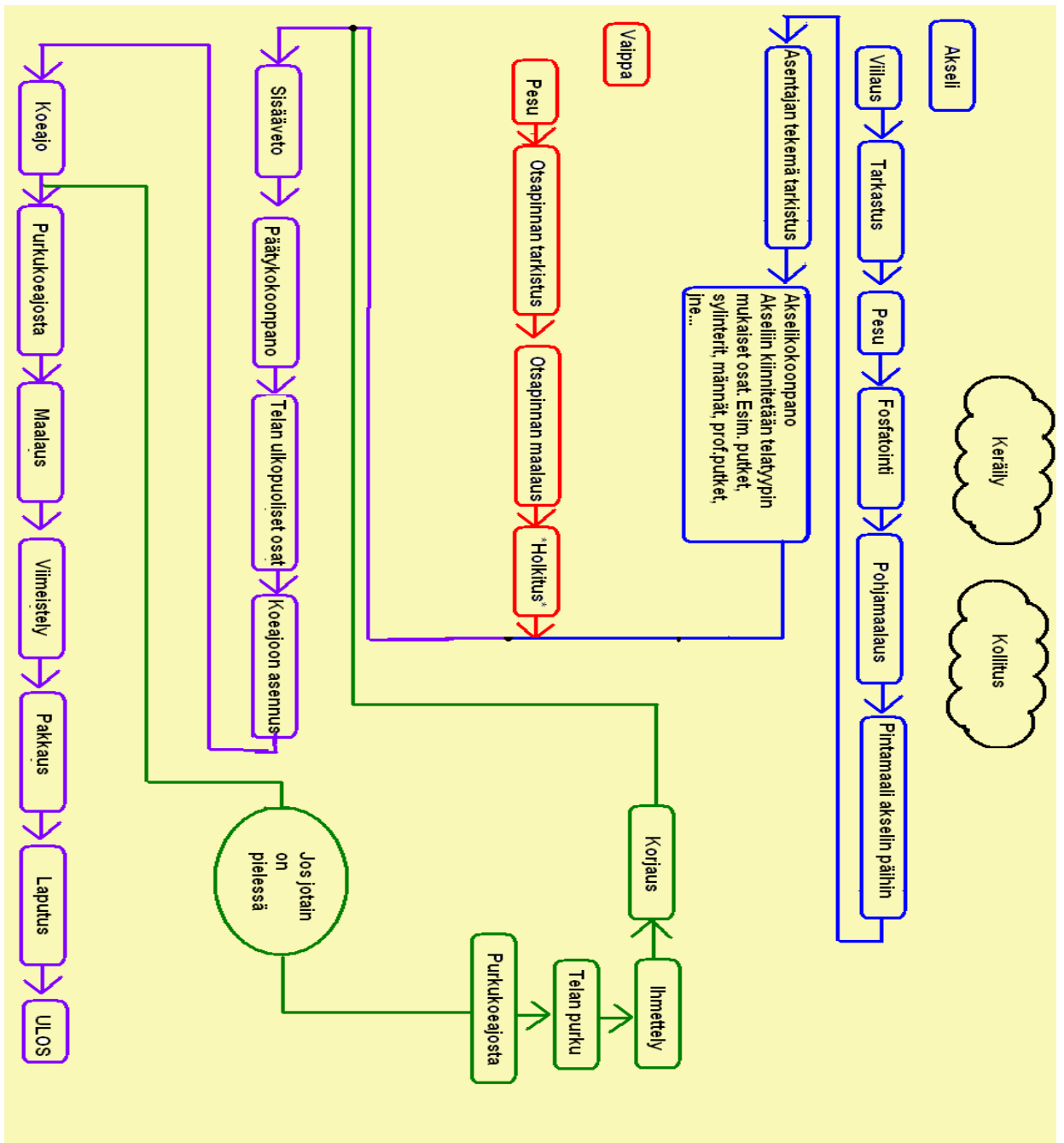
http://en.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing#Pre-20th_century, Toyotan tapaan J. Liker. Viitattu 20.1.2013

http://en.wikipedia.org/wiki/Baan_Corporation. Viitattu 20.1.2013

<http://fi.wikipedia.org/wiki/5S> Viitattu 13.2.2013

10 LIITTEET

Liite 1. Täysikokoinen prosessikaavio.



Liite 2 Yhteen vetotaulukko ZLC-telojen tunneista

Liite on jätetty pois julkisesta työstä sen sisältämän luottamuksellisen tiedon vuoksi.

Liite 3. Baan-järjestelmästä kootut tuntikertymät

Liite on jätetty pois julkisesta työstä sen sisältämän luottamuksellisen tiedon vuoksi.

Liite 4. Baan-järjestelmästä kootut tuntikertymät

Liite on jätetty pois julkisesta työstä sen sisältämän luottamuksellisen tiedon vuoksi.

Liite 5. Baan-järjestelmästä kootut tuntikertymät

Liite on jätetty pois julkisesta työstä sen sisältämän luottamuksellisen tiedon vuoksi.

Liite 6. Baan-järjestelmästä kootut tuntikertymät

Liite on jätetty pois julkisesta työstä sen sisältämän luottamuksellisen tiedon vuoksi.